北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

前　言

本标准等同采用国际电工委员会标准IEC 68-2-9《基本环境试验规程　第2部分:试验方法　太阳辐射试验导则》1975年版。

通过使我国标准与国际标准等同,可以尽快适应国际贸易的发展和经济、技术交流的需要。

本标准代替GB 2424.14—81《电工电子产品基本环境试验规程　太阳辐射试验导则》。

本标准于1981年首次发布,1995年8月第一次修订。

自本标准实施之日起,原中华人民共和国国家标准GB 2424.14—81《电工电子产品基本环境试验规程　太阳辐射试验导则》同时废止。

本标准的附录A和附录B都是标准的附录。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:电子工业部第五研究所。

本标准主要起草人:傅文茹、黄文忠、周心才、谢建华、张金根。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

IEC前　　言

1. 由所有对该问题特别关切的国家委员会参加的国际电工委员会所属技术委员会制定的有关技术问题的正式决议或协议，它尽可能地体现和表达了国际上对该问题的一致意见。

2. 这些决议或协议，以推荐标准的形式供国际上使用，在这种意义上为各国家委员会所接受。

3. 为了促进国际间的统一，国际电工委员会希望所有会员国在制定国家标准时，只要国家具体条件许可，应采用国际电工委员会推荐标准的内容作为他们的国家标准。国际电工委员会的推荐标准和国家标准之间的任何分歧应尽可能地在国家标准中明确地指出。

本标准是由国际电工委员会50技术委员会(环境试验)制定的。

第一个草案是在1971年列宁格勒会议上讨论的。作为会议的结果，形成了新草案。以50(中央办公室)171号文，在1973年7月份发给各国家委员会并按"六个月法"表决。

下列国家委员会投票明确赞成本标准：

澳大利亚	以色列	南非
比利时	意大利	西班牙
加拿大	日本	瑞典
捷克斯洛伐克	荷兰	瑞士
丹麦	挪威	土耳其
联邦德国	葡萄牙	苏联
匈牙利	罗马尼亚	英国
印度		美国

《太阳辐射试验导则》的历史概况：

第一版(1975年)

IEC 68号标准中，过去没有《太阳辐射试验导则》。

有关规范：

IEC 68-1：总则和导则

IEC 68-2-5：试验Sa：模拟地面上的太阳辐射

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

中华人民共和国国家标准

电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 太阳辐射试验导则

GB/T 2424.14—1995
idt IEC 68-2-9：1975
代替 GB 2424.14—81

Environmental testing for electric and electronic products
Part 2: Test methods
Guidance for solar radiation testing

警告

太阳辐射试验是直接危害试验人员健康的，为此试验前必须仔细阅读本标准第9章的内容。

1 引言

本标准介绍地面太阳辐射对设备和元件影响的模拟方法。模拟环境的主要特性是地面上所观测到的太阳光谱能量分布和与控制温度条件综合吸收能量的强度。但是需要考虑太阳辐射（包括天空辐射）和其他环境，例如温度、湿度和气流速度等的综合。

2 试验源的辐射强度和光谱分布

辐射对试验样品的影响主要取决于光源的辐射强度和光谱分布。

2.1 辐射强度

在地球-太阳平均距离的地球大气之外，垂直于入射辐射的平面上的太阳辐射强度谓之太阳常数 E_0。

在地球表面的太阳辐射强度受到太阳常数及辐射在大气层中的散射和衰减的影响。按照国际照明委员会（C.I.E）第20号出版物对试验模拟太阳辐射所推荐的辐射累积强度和光谱分布，辐射强度为1.12 kW/m²，它是以太阳常数 $E_0=1.35$ kW/m² 为基础，即太阳在头顶时，从太阳和天空辐射到地面上的全球（总）辐射量。

2.2 光谱分布

按CIE的推荐，本试验对全球辐射量规定的标准光谱分布列于GB/T 2423.24—1995试验Sa中的表1。当试验只考核太阳辐射的热效应时，允许采用钨丝灯作光源，但因其光谱分布与标准自然光有明显差异（见图2），此时应按本标准的2.3规定对辐射强度加以修正。

2.3 使用其他光谱分布时要用的辐射强度

当光源的光谱分布不符合试验Sa的表1所列的标准时，应按附录A对其辐射强度加以修正，迫使样品此时吸收的辐射量与采用标准光源时相同。例如仅评定热效应时认可的钨丝灯，经辐射强度修正后，样品的热效应要与标准光源的效果一致。因此从试验光源吸收的辐射量与来自太阳和天空的总辐射量相同，即：

$$E_{ex}=1.120\frac{\alpha_{cs}}{\alpha_{ex}}(\mathrm{kW/m^2})$$

国家技术监督局1995-08-29批准　　1996-08-01实施

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

式中：E_{ex}——试验光源的辐射强度，kW/m²；

α_{ex}——试验样品对试验源辐射的吸收系数；

α_{es}——试验样品对太阳和天空环球辐射的吸收系数(见附录A)。

3 试验程序和试验持续时间

3.1 必须考虑暴露的持续时间及其是连续的还是间断的。规定了三种可能的方法：

试验程序A

24 h为一循环，8 h照射，停照16 h，按要求的重复次数进行试验(该程序给出每昼夜的总辐射量为8.96 kWh/m²，接近于最严酷的天然条件。本程序主要用于评定太阳辐射的热效应)。

试验程序B

24 h为一循环，20 h照射，停照4 h，按要求的重复次数进行试验(该程序给出每昼夜的总辐射量为22.4 kWh/m²。本程序主要用于评定太阳辐射的劣化效应)。

试验程序C

按要求连续照射(该程序是一种简化的试验，可用于周期性热应力不重要而只评定光化学效应的场合。也可用于评定低热容量试验样品的热效应)。

3.2 本试验方法不推荐辐射强度超出其规定值1.12 kW/m²±10%的其他加速试验。如前所述，按每日8 h的标准日照时数计，试验程序A的日总辐射量已经接近于最严酷的天然条件，可见日照时数超过8 h时，加速试验将比天然条件更加严酷和恶劣；以假想的最大日照时数24 h为计，试验程序C则可能掩饰了周期性热应力引起的劣化效应，故程序C一般不用于评定辐射的热效应。

3.3 试验持续时间由试验目的来确定。如果只考虑热效应时(除了体积较大的设备需较长的试验时间才能达到内部最高温度外)，通常三个试验循环足够，但在评定劣化效应时，所需的试验时间将会大幅度增加。

4 要考虑的其他环境因素

4.1 箱内温度

照射阶段或停照阶段，箱内温度应按规定的试验程序(A、B或C)加以控制，有关规范应按设备或元件的预定用途规定在照射阶段需达到的温度是+40℃或+55℃。

4.2 湿度

在不同的湿度条件下，各种材料、涂料和塑料等物质的光化学劣化效应相差极大，并且它们对湿度条件的要求互不相同，因此具体的湿度条件由有关规范明确规定。例如规定试验程序B每循环最初的4 h按湿热条件(温度40℃±2℃，相对湿度93%±3%)执行。

4.3 表面污染

灰尘和其他表面污染物将严重改变受照物体表面的吸收特性。除非另有规定，试验时应当保证样品的清洁，但在评定表面污染物的作用时，有关规范应规定样品表面处理等必要内容。

4.4 臭氧和其他污染气体

箱体在光源的短波紫外辐射下所产生的臭氧，通常可通过校正光谱能量分布的辐射滤光器排出试验箱外，由于臭氧及其他污染气体会影响某些材料的劣化过程，除非有关规范另有规定，必须将这些有害气体排出箱外(见9.3)。

4.5 气流速度

靠近样品表面的气流速度大小除影响样品的温升外，甚至还使监控辐射强度的开启式温差电堆出现显著误差。一般1 m/s的速度导致温差电堆的温升量减少20%以上。可见在有效控制箱内温度(或湿度)条件的同时，应对气流速度加以监测，并且尽量采用最低速度。此外，当调节箱内温度时，可通过加热或冷却箱壁的办法来避免采用高速气流。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

在自然环境中，出现强烈的太阳辐射同时风速为零的特殊条件的概率极小，因此当需要评定不同风速对设备或元件等样品的影响时，有关规范应规定具体要求。

4.6 支架及其安装

各种支架的热特性及其安装方式会对试验样品的温升构成严重影响，对此应予以充分的考虑，以使其传热特性能代表典型的实际使用情况。试验时，样品多数是安装在具有规定热特性的各种升高的支架或垫托物上，如厚薄大小一定的水泥板上或导热率一定的砂床上，关于垫托物及其安装方式和样品的放置等详细要求应由有关规范规定(见附录B)。

5 辐射光源

5.1 概述

符合光谱分布和辐射强度规定的光源可以由一个或几个灯和附加各种反光器、滤光镜等光学部件组成。

高压氙弧灯配上适当的滤光器后模拟太阳辐射的匹配最佳。水银蒸气灯和水银氙灯都存在模拟不准确的明显缺点。采用特殊掺杂电极的碳弧灯虽然一直都获得广泛应用，但因其稳定性差和维护保养困难而缺乏实用性。钨丝灯则因其紫外成分不足，只适用于评定热效应，而不适用于评定光化学效应。

有关光源的特性、滤光器的性能和光学部件的组成等内容在下面的各条中介绍。

5.2 氙弧灯

氙弧灯的规格大小及其结构形式视试验的要求而定，典型的氙弧灯光谱分布状况如图1所示。由于电极要比氙弧体辐射出更多的红外线，其作用大小与电极的长短成比例变化，电极越短，电极的辐射就越强，最终严重影响光谱分布的匹配，因而对电极受热而发射的直接辐射应加以重视。氙弧体的相对光谱分布与氙灯的功率大小几乎无关，电极的绝对辐射光谱分布要随不同功率下电极的温度状态而变化，对于长弧氙灯可以容易地滤除电极辐射。由于结构形状的特点，短弧氙灯比长弧氙灯的制造容差要大得多，在更换灯时应对这一点特别注意。

无论是长弧氙灯或是短弧氙灯，由于灯的寿命特性以及辐射效率不断下降的原因，在使用期满后均需予以更换。但尽管如此，由于氙气是一种纯元素气体，氙弧体的相对光谱分布应该保持不变。

5.3 钨丝灯

由于钨丝灯主要为红外辐射，其紫外辐射的份量不足，钨丝灯不宜用于评定各种劣化效应。除非对钨丝灯的光谱分布按照自然光谱予以调整(见2.3)，否则评定热效应时的试验一致性也很差。典型钨丝灯在灯丝温度为2 600 K时的辐射光谱分布与自然光谱的比较状况如图2所示。由图可见，钨丝灯的辐射能量主要集中在红外区域，并且最大辐射强度对应的波长为1.0 μm。与之相反，太阳光有近半数的能量落在波长小于0.7 μm的可见光区域和紫外光区域。石英卤素型钨丝灯则可提高寿命期间的性能一致性。

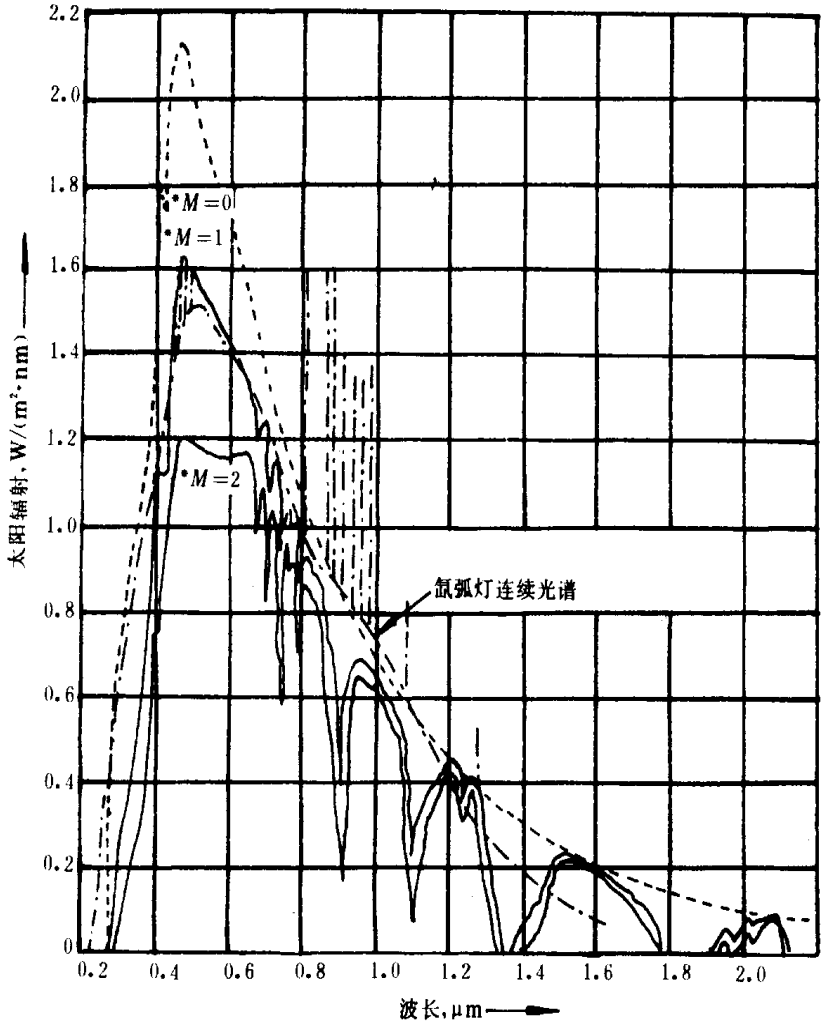
5.4 碳弧灯

在某些情况下，经滤光器校正紫外辐射后，碳弧灯的辐射光谱分布可以接近地表的自然光谱，但是碳弧灯的定位精确性差和寿命较短，并且存在碳弧体容易烧毁的缺陷。即使采取先进的碳弧体移动机构，连续点燃时间仍低于5 h。

5.5 水银蒸气灯

水银蒸气灯的红外和近红外区的辐射份量不足，其辐射光谱含有高能谱线。目前它们一直与钨丝灯结合用于日光浴室，汞氙组合弧光灯虽然可用于环境试验，但由于高能谱线的存在，水银灯不宜作为模拟太阳辐射时的光源。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

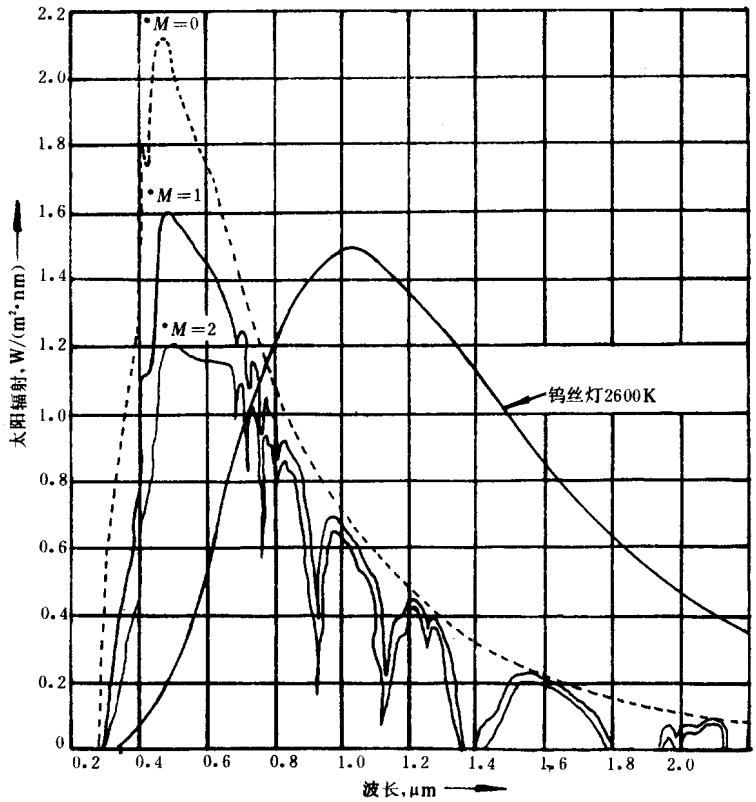


*M=空气质量

M=1(当太阳在头顶时)

图 1　典型高压弧灯辐射和太阳辐射比较

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302



·M=空气质量

M=1(当太阳在头顶时)

图 2 钨丝灯辐射和太阳辐射比较

5.6 滤光器

以液体为介质的滤光器具有易沸、光谱透射温度系数和长期光谱特性漂移的缺点,因此目前较多采用玻璃滤光器。由于当前玻璃的制造工艺尚未能很好保证玻璃滤光参数的同一性,故需反复试用各种厚度的玻璃滤光器,方能对各种光波的辐射强度获得良好的补偿。由于滤光器属于专有产品,选用时应向有关厂商查询并由光源的种类及其用途来确定,例如氙灯和吸收型近红外和远紫外滤光组件配用可获得最佳的补偿效果。

某些红外型滤光器如过度经受远紫外线辐射,其滤光特性会产生剧烈变化,此时若将紫外滤光器夹放在光源与红外滤光器之间,则可基本消除其影响。各种反射滤光器,由于它们都是将无用的辐射反射出去而不作吸收,从而大幅度降低玻璃滤光器的受热状况,因此这类滤光器通常比吸收型滤光器的稳定性更加优异。

5.7 辐射强度的均匀性

由于太阳离地球遥远,到达地面的太阳光线基本上都是平行束线,而人工光源比较接近箱内受照表面,故应使用光线导引和调焦装置,目的是在照射测量平面上提供均匀的辐射强度。在使用抛物形反光器时,短弧氙灯由于存在电极和支架的阴影问题,通常难以达到上述精度,同时如果只有氙弧体位于反光器的焦点位置,则在极低的色温下,炽热的阳极便会大量产生稍微偏离主光束方向的辐射。而长弧氙灯只需安装在抛物状的"槽"型反光器内则可以更加容易地获得辐射的均匀性,但是若采用精巧的安装技术和使用数盏短弧氙灯,则同样可以在较宽阔的受照面积上达到一定的辐射均匀性。

在高湿条件或在试验样品表面污染物受光照排出臭氧等气体的影响下,光源的光学组件会逐渐劣

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

化，因此最好把试验光源装在箱的外体上，但此时应确定透射窗材料的光谱透射系数。

除非是太阳电池和太阳轨迹跟踪仪等类型的试验设备外，辐射完成毋须准确瞄准。然而，为太空研究而设计的模拟技术，有些可适用于地球表面太阳辐射的研究。

6 测量仪表

6.1 辐射强度的测量

认为最适于监测辐射强度的仪表是用来测量水平面上太阳和天空组合辐射的太阳辐射强度计。

有两种适于测量模拟太阳源辐射的仪器，每一种都是靠温差电偶而工作的。

a) 摩尔·考琴斯基(Moll-Gorczinski)太阳辐射强度计

摩尔·考琴斯基太阳辐射强度计由14条康铜-锰铜带(10 mm×1 mm×0.005 mm)组成，其热端位于一个平面上，并利用传热率低的黑体构成一个水平面。

"冷"端头被弯下与热容量大的铜片有良好的热连接，易感光面积用两个同心的玻璃半球覆盖着。

b) 埃拍雷(Eppley)太阳辐射强度计

埃拍雷太阳辐射强度计由两个厚0.25 mm的银箔同心环组成，内环漆上黑色(以吸收几乎所有的辐射)，外环则漆上白色(用以反射可见光和红外光)。"热"和"冷"端均热连接于环上，而环则封闭在充满干燥空气的76 mm直径的玻璃泡中。

上述两种仪器均不容易受到样品和箱体发射出来的红外辐射的影响。

一种俗称基普(Kpip)的仪器，是经摩尔·考琴斯基太阳辐射强度计改造而成，目前广泛地用于世界各国的气象部门。埃拍雷太阳辐射强度计是在美国使用得最广泛的仪器之一。上述两种仪器使用的玻璃罩均可滤除波长大于3 μm的辐射，但这种波长范围的辐射通常只在钨丝灯未经过滤光的情况下才明显，此时必须有校正系数。

6.2 光谱分布的测量

光谱分布的准确测量比总辐射强度的测量要困难得多，但使用总辐射强度表再配带各种选择性滤光器可对光谱分布的变化状况作低成本的常规检查。光谱分布的准确测量应使用精密的分光辐射仪，并可方便委托有关的设备制造部门或国家校准中心予以测量。在滤光器/太阳辐射强度计和光谱射电测量法之间，需要定期对比以取得一致。

经过一定时期的使用后，光源、反光镜和滤光器等光学装置的光谱特性会发生变化，从而会导致光谱分布严重超差，此外光源的制造容差将意味着更换光源后辐射强度和光谱分布会超出原来规定的范围。可见虽然在试验中无法监测辐射的光谱分布，但应对总辐射进行定期监测是可能的。

6.3 温度测量

由于辐射量值高，把感温器适当地屏蔽起来防止辐射热效应是重要的。这不仅适用于试验箱内的气温测量，也适用于试验样品/设备的温度监测。

对气温测量，使用气象上测量"荫温"的标准百叶箱显然是不切合实际的，因为这太麻烦了。另一种适用的办法是把热电偶自由地安装在防辐射罩内，罩内的组成是垂直式铜-镍管(约 ϕ15 mm×70 mm)盖上有间隙的金属罩，内表面打光，外表面涂白。

在监测设备样品的温度时，感温器，例如热电偶应该装在外箱的内表面上而不接到外表面。由于示温漆和蜡的吸收特性与试验样品不同，不适用于监测试验样品被照射表面的温度。

7 试验设备和试验样品的准备

7.1 试验设备

必须保证试验设备的光学零件、灯、反射镜和滤光器等是清洁的。

每次试验前应在规定的辐射测量平面上测量辐射量值。

在整个试验期间，应对周围温度、湿度和气流速度等辅助环境条件(如果规定的话)作连续监测。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

7.2 试验样品

样品的放置方式和受照射方向均会严重影响其热效应，试验时样品多数是放置在具有规定热特性的各种升高的支架或基座上，如厚薄大小一定的水泥板上或导热率一定的水平砂床上。所有这些以及试验样品的状态应该在有关规范中加以规定。

试验样品表面应当保持清洁状态或者符合有关规范的规定，样品的表面状态也同样会严重影响其热效应。在管理样品时，应特别小心，尤其避免油膜污染，保证样品的表面涂层和底漆层能充分代表产品标准，同时按规定将温度传感器放置在样品的内表面上(见 6.3)。

8 试验结果的解释

8.1 与规范一致

有关规范应明确规定试验样品在规定辐射强度下经过规定的试验时间后允许出现的外观变化和性能容许变化。此外还应考虑下列几方面情况。

8.2 和现场经验的比较

有关材料和设备受自然光曝晒的劣化效应已有大量资料记载，参见 8.5 和 8.6，应调查这些效应和模拟条件下的性能之间的任何显著差别并确定其原因，即是试验设备或试验方法造成的呢，还是试验样品中某种特性产生的。

8.3 短期效应

主要是加热效应。实质上，短期效应多是因局部过热引起。

8.4 长期效应

进行长期试验的目的是确定劣化的模式，此目的有二：看看是否有初始的迅速变化和评定受试件的有效寿命。

8.5 热效应

试验样品或设备所达到的最高表面温度和内部温度将取决于：

a) 环境空气的温度；

b) 辐射强度；

c) 气流速度；

d) 暴露时间；

e) 物体本身的热性质，例如表面反射率、大小和形状、热传导率和比热常数。

在环境气温低于 35℃～40℃时，完全暴露在日照下的设备其温度可达 60℃以上，样品表面的反射率会严重影响太阳加热产生的温升，例如将表面彩色涂层改为光亮的白色涂层则可降低温升。相反，如果最初用来降低辐射温升的表面漆层日久褪化之后，附加温升又会有所增高。

大多数材料具有选择性的反射率，即光谱反射率因波长而变化，例如漆虽然能高度反射可见光，但它们通常对红外光的反射率并不高。而且许多材料的光谱反射系数在可见光(对人眼产生色感)和近红外光中灵敏地变化，因此重要的是，任何模拟试验使用的辐射源的光谱能量分布，应该逼真地重复天然的太阳辐射，或者适当调节辐射强度，以便取得同样的加热效应(见 2.3 和附录 A)。

8.6 材料的劣化

太阳辐射、大气气体、温湿度变化等因素的综合效应通常统称为“大气侵蚀”，它导致大多数有机材料(例如塑料、橡胶、涂料和木材等)老化，并最终损坏。

很多有机材料在温带地区能正常工作，但它们却完全不适合在条件较恶劣的热带地区使用。如涂料的迅速劣化和分解、电缆外皮的开裂和解体以及颜料褪色。

各种材料在大气侵蚀作用下的损坏一般不是由单个因素造成，而是由若干不同类型的特征因素相互作用的综合结果。虽然太阳辐射主要是紫外光辐射(产生光劣化)往往是主要因素，但是在实践中，难以把其效应与其气候侵蚀因素分开。例如单是紫外线辐射对聚氯乙烯的影响虽然并不明显，但因氧气的

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

主要作用使热破坏效应明显增强。

人工试验偶然会出现与天然大气侵蚀作用不相符的异常损坏现象，它可归因于以下一种或多种的原因：

a）许多试验室使用的紫外线光源与自然光谱大不相同；

b）在加速试验，当紫外辐射强度和温湿度等诸因素予以强化后，它们在正常暴露条件下出现的各种反应速度不一定增加到同一程度；

c）人工试验通常没有模拟所有的天然气候侵蚀因素。

9 危险和人身安全

9.1 一般说明

为保证规定的试验操作能正确无误地执行，同时也为了人体健康和安全问题，太阳辐射试验设备的操作和保养应由熟练的试验人员进行。

9.2 紫外光

必须加以防护的最明显的危险是紫外光区附近的高强度辐射的有害影响。在自然太阳光下，眼睛获得保护的方式有两点，一是太阳的高强亮度，眼睛几乎不能直视它；二是大气层对紫外辐射的衰减量十分可观。但这不适合于人工试验光源的情形，因此在试验时，尤其是在装试设备的时候，应戴上滤光式护目镜或使用观察窗孔。如果不慎受到未滤光的弧型灯的短时照射，即可导致严重眼伤，并且受照射的肌肤也会产生严重的红斑（晒斑）。柯拉（Koller）指出，太阳的紫外线辐射是引起美国白人皮肤癌的主要发病因素，因此即使是在带滤光器的光源照射的室内作业时，都应穿戴专用的防护衣和防护面具及手套。

9.3 臭氧和有害气体

在试验时，使用氙弧灯等弧型灯会因臭氧浓度局部升高而引起中毒事故，但通常臭氧的最高浓度出现在光源通电的早期阶段，随着灯壳及其外围的不断受热，臭氧可逐渐还原为氧气，从而使其浓度趋于下降。如果用强迫空气冷却，冷却后的空气应排出试验室外而不能吹进灯罩，这样可以基本消除臭氧的危害。当臭氧的体积浓度达到 1.0 ppm～10 ppm（$\times 10^{-6} V/V$）则可导致头晕、眼睛流泪和鼻喉发炎等症状。因此，臭氧的有毒浓度必须小于 0.1 ppm，这比容易引起嗅觉反应的 0.5 ppm～1.0 ppm 的浓度值还低。对有关浓度的监测目前有市售的监测仪器可供选用。

热和紫外光对某些塑料（例如三聚氰胺层压塑料）的综合影响也会产生有毒气体。因此在选择用于试验设备结构中的材料时应该特别仔细。

9.4 灯爆炸的危险

使用高压氙气灯放电灯作为主辐射源，如果不制定操作这些放弧灯泡的妥善实施细则并严格遵守，也可能发生严重事故。由于存在巨大压力（冷时 2～3 个大气压，热时达到 20 个大气压），所以这些灯泡（不论是热的还是冷的，用过的还是新的）都容易发生剧烈爆炸。

此外灯壳表面需保持光洁干净，应无油斑和尘迹，为此应对灯壳定期使用洗涤剂和酒精予以清洗，清洗时应穿戴棉质手套及防护面具。当贮放冷态光源时，使用两层厚度都为 0.25 mm 的塑料板可限制光源意外爆炸时的伤害能力。在使用多灯光源试验设备时，还应设置防止光源链锁性烧毁的保护措施。若使用铠装玻璃板能起双重保护作用：防止灯爆炸和用作校准滤光器。

各个灯的记录应该作为日常事务保存下来，以便监测异常的电流和电压。

9.5 触电

常规的防触电措施一定要健全，尤其是在与弧型灯结合使用的高压点燃系统的情形。某些氙灯，氙弧点亮时的脉冲电压将超过 60 kV，此时应当设置联锁安全防护系统。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

附 录 A
（标准的附录）
辐射强度调整计算

用于光谱分布不符合GB/T 2423.24—1995试验Sa表1规定的辐射源（在进行评定热效应的试验时可用）。

A1 为了得到等效的加热效应，应该调整试验源E_{ex}的辐射强度，使：

$$E_{ex}=1.120\frac{\alpha_{es}}{\alpha_{ex}}(kW/m^2)$$

式中：α_{ex}——试验样品对光源辐射的吸收系数；

α_{es}——试验样品对太阳和天空的全球辐射的吸收系数。

A2 吸收系数α_{ex}和α_{es}可用下列公式计算：

$$\alpha_{ex}=\frac{\int_0^\infty S_{\lambda x}\cdot\alpha(\lambda)\cdot d\lambda}{\int_0^\infty S_{\lambda x}\cdot d\lambda}$$

$$\alpha_{es}=\frac{\int_0^\infty S_{\lambda s}\cdot\alpha(\lambda)\cdot d\lambda}{\int_0^\infty S_{\lambda s}\cdot d\lambda}$$

式中：$\alpha(\lambda)$——试验样品的光谱吸收系数；

$S_{\lambda x}$——试验光源的光谱分布；

$S_{\lambda s}$——太阳和天空的全球辐射的光谱分布。

注：为了进行计算，请用表A1中更详细的资料。

A3 对不发射辐射的试验样品

$$\alpha(\lambda)=1-\rho(\lambda)$$

式中：$\rho(\lambda)$——试验样品的光谱反射系数。

注：一般应根据光谱反射率数据来确定表面的光谱吸收系数。市场上已有若干种光谱反射率测量仪表，用的是单色光镜/积算(Ulbricht)球法。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

表 A1 为计算使用的全球辐射的详细光谱分布

光谱区	带宽 μm	辐射强度 W/m²	辐射强度百分比 %
紫外线 B*	0.28～0.32	5	0.4
紫外线 A	0.32～0.36	27	2.4
	0.36～0.40	36	3.2
可见光	0.40～0.44	56	5.0
	0.44～0.48	73	6.5
	0.48～0.52	71	6.4
	0.52～0.56	65	5.8
	0.56～0.64	121	10.8
	0.64～0.68	55	4.9
	0.68～0.72	52	4.6
	0.72～0.78	67	6.0
红外线	0.78～1.0	176	15.7
	1.0～1.2	108	9.7
	1.2～1.4	65	5.8
	1.4～1.6	44	3.9
	1.6～1.8	29	2.6
	1.8～2.0	20	1.8
	2.0～2.5	35	3.1
	2.5～3.0	15	1.4
		合 1 120	合 100.0

* 到达地球表面短于 0.3 μm 的辐射是不重要的。

附 录 B
（标准的附录）
经基底的热传输

B1 为了规定适用的基底材料，需要估计可能经基底的热传输。

B2 如果已知基底导热率 k、厚度 L、表面积 A、上下表面温差 ΔT(℃)，则通过基底的热流速度 q 可用下式计算：

$$q = \frac{kA\Delta T}{L}(\mathrm{W})$$

上式未计入对流和辐射效应，它们通常(但不一定)是次要的。

B3 常见材料的导热率见表 B1。表中数据取自 A. D. I.《Wärmeatlas 1956，Ea4》及其他资料，并乘以 1.163 转换为国际(SI)单位制。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

表 B1 常见材料的导热率

材料	温度* ℃	导热率 W/m·K**
银	20	411
铜——很纯	20	395
铜——商销	20	372
金——纯	20	311
铝	20	229
杜拉铝(Al-Cu)	20	165
镁——纯	20	143
镁锌合金(Ni-St)	20	116
黄铜	20	81～116
锌	20	113
锡	20	66
铁——熟铁,纯	0	59
铁	200	52
铁——铸铁 3%碳	20	58
铁——铬钢	20	40
铁——镍铬钢	20	14.5
镍	18	59.5
镍——银(Ni-Ou-Zn)	0	29.3
铝——纯	0	35.1
石墨——致密	20	12～174
耐火泥	100	0.5～1.2
锅炉垢	100	0.08～2.3
混凝土	20	0.8～1.4
砖——干	20	0.38～0.52
平板玻璃	20	0.76
大理石	20	2.8
电木	20	0.233
橡胶	20	0.13～0.23
有机玻璃	20	0.184
赛璐珞	20	0.215
山毛榉木——沿木纹	20	0.35
栎木——跨木纹	20	0.17～0.21
栎木——沿木纹	—	0.37
松木——跨木纹	20	0.14
松木——沿木纹	—	0.26

* 这是测量材料导热率时的温度。实际上,与在试验 Sa(GB/T 2423.24)中可能得到的基低温度范围的差别很小。

** 见 IEC27-1 表 1 中 49 项。热力温度间隔或差别(K)和温度间隔或差别(℃)的单位是等同的。